

Permanent magnet Rotor with reduced flux leakage

Patent number: EP1223658
Publication date: 2002-07-17
Inventor:
Applicant: SIEMENS AG (DE)
Classification:
 - international: H02K1/27
 - european: H02K1/27B2C1B
Application number: EP20010100732 20010112
Priority number(s): EP20010100732 20010112

Cited documents:

EP0641059

[Report a data error here](#)

Abstract of EP1223658

The machine has a permanent magnet stimulated rotor with magnets arranged as spokes and pole teeth between the magnets consisting of axially coated lamella segments of two types. One type (S2,S4,S6,S8) extends only over the surface contour of a pole tooth. The other type (S1,S3,S5,S7) is offset with respect to the first type and can be fixed to the rotor shaft via a holding bridge (H1,H3,H5,H7) joined to the radially inner root of a pole tooth.

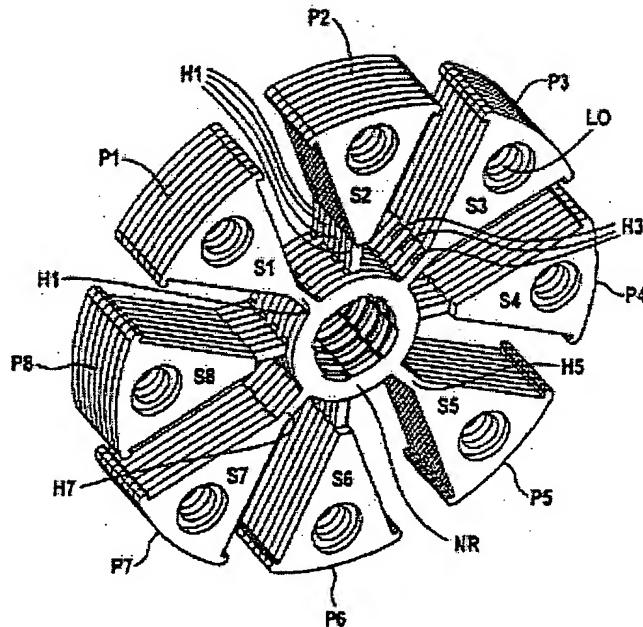


FIG 7

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
17.07.2002 Patentblatt 2002/29

(51) Int.Cl.7: H02K 1/27

(21) Anmeldenummer: 01100732.5

(22) Anmeldetag: 12.01.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
80333 München (DE)

(72) Erfinder: Die Erfindernennung liegt noch nicht
vor

(54) Dauermagneterregter Rotor mit geminderten Leckflüssen

(57) Bei einer bürstenlosen Synchronmaschine mit Erregung durch rotorseitige Magnete (M1-M8), die zwischen aus Lamellen-Segmenten (S1-S8) geschichteten, durch radiale Haltestege (H1-H8) gegenüber der Rotorwelle (RW) fixierbaren Polzähnen (P1-P8) speichenartig verteilt sind, ist zur Minderung eines Leckflusses über die Haltestege bei gleichzeitig hoher mecha-

nischer Festigkeit vorgesehen, nur jedes zweite Lamellen-Segment (S1;S3;S5;S7) über einen Haltesteg (H1; H3;H5;H7) an die Rotorwelle (RW) anzubinden und die übrigen Lamellen-Segmente (S2;S4;S6;S8) derart mit Versatz zu schichten, dass sie axial stimmtig an die Lamellen-Segmente mit Haltestegen, vorzugsweise durch eine Stanzpaketier-Verknüpfung, anbindbar sind.

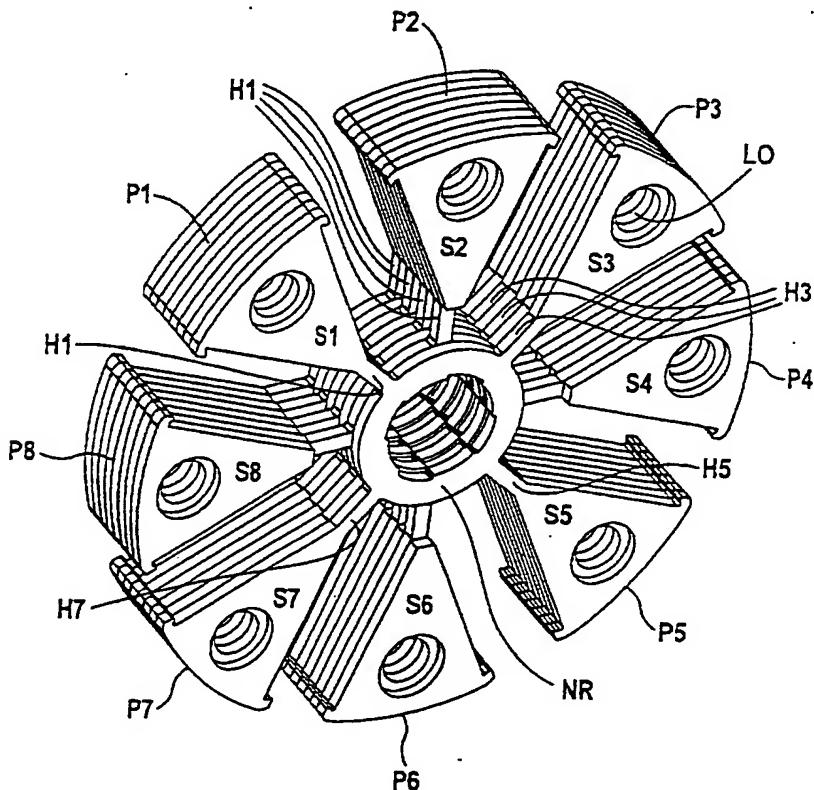


FIG 7

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine elektrische Maschine, insbesondere bürstenlose Synchronmaschine gemäß Patentanspruch 1; eine derartige elektrische Maschine ist insbesondere zum Einsatz als Kraftfahrzeug-Servoantrieb, vorzugsweise für Kühlerventilatoren und/oder hydraulische Pumpenantriebe, vorgesehen.

[0002] Eine elektrische Maschine mit dem ersten Teilmerkmal des Patentanspruchs 1 ist aus der DE 41 39 843 C1 bekannt. Zur Erhöhung des über den Luftspalt in den Stator eintretenden Nutzflusses und dementsprechend zur Minderung eines Leckflusses über Haltestege, welche die Wurzeln der Polzähne mit der Rotorwelle mechanisch verbinden, sind die Haltestege zur Erzielung eines hinreichenden Isthmus so schmal wie möglich gehalten; diese Erfordernis steht im Widerspruch zu einer hohen mechanischen Festigkeit, die insbesondere bei Antrieben hoher Drehzahl und zusätzlicher Unwuchtbelaistung gefordert wird.

[0003] Gemäß Aufgabe vorliegender Erfindung soll ausgehend von einer elektrischen Maschine der eingangs genannten Art bei für ein Massenprodukt vorteilhafter Fertigungstechnik ein Antrieb geschaffen werden, der sich durch einen hohen Nutzflussanteil auszeichnet und läuferinterne Rückschlussverluste auch bei hoher mechanischer Festigkeit mittels stabiler Haltesteg-Verbindungen zwischen den radial äußeren Polzähnen und der radial inneren Rotorwelle minimiert.

[0004] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt durch die Lehre des Anspruchs 1; vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

[0005] Durch den Verzicht auf einen Teil der Haltestege kann der Streufluss-Leckpfad zwischen den Polwurzeln der Polzähne und der Rotorwelle wesentlich gemindert werden; die nicht allein hinsichtlich eines maximalen Isthmus sondern hinsichtlich einer optimalen mechanischen Fertigung und Festigkeit dimensionierbaren verbleibenden Haltestege übernehmen durch die vorteilhafte erfindungsgemäße Anbindung der Lamellen-Segmente erster Art an die axial davor bzw. dahinter liegenden Lamellen-Segmente zweiter Art die mechanische Fixierung des gesamten Rotorblechpaket-Verbundes einschließlich der von diesem zusätzlich gehaltenen Magnete.

[0006] Die Herstellung eines solchen Rotorblechpaket-Verbundes wird insbesondere durch die Maßnahmen gemäß den Ansprüchen 5 bis 7 erleichtert, wobei nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Ausstanzung und der Zusammenhalt der axial sturmseitig gegeneinander angebundenen Lamellen-Segmente erster und zweiter Art gemäß dem an sich bekannten Stanz-Paketier-Verfahren in einem Arbeitsgang erfolgen kann.

[0007] Die Erfindung sowie vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Erfindung gemäß Merkmalen der Unteran-

sprüche werden im folgenden anhand schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele in der Zeichnung näher erläutert; darin zeigen:

- 5 FIG 1 die sturmseitige Draufsicht auf ein von einer Rotorwelle aufgenommenes, mit Magneten bestücktes Rotorblechpaket;
- FIG 2,3 die Anordnung gemäß FIG 1 im Schnittverlauf II bzw. III;
- 10 FIG 4 eine Anordnung gemäß FIG 1, jedoch mit im Sinne einer Schichtungs- und/oder Paketierungshilfe abgeänderten sturmseitigen Endlamellen des Rotorblechpaketes;
- FIG 5,6 die Anordnung gemäß FIG 4 im Schnittverlauf V bzw. VI;
- 15 FIG 7,8 in perspektivischer Darstellung die Rotorblechpakte gemäß FIG 1 bzw. FIG 4.

- [0008] FIG 1 zeigt die sturmseitige Draufsicht auf eine 20 Lamellen-Ebene L1 eines kompletten Rotorblechpaketes eines durch Magnete M1-M8 erregten Rotors einer elektrischen Maschine, deren zugehöriger Stator-Aufbau nach z.B. grundsätzlich aus der eingangs genannten DE 41 39 843 C1 bekannter Art erfolgen kann.
- 25 [0009] Die vorteilhaft quaderförmigen tangential magnetisierten Dauermagnete M1-M8 sind jeweils speichenartig tangential zwischen sich axial erstreckenden einzelnen Polzähnen P1-P8 gehaltert, die aus Lamellen-Segmenten S1-S8 in axial hintereinanderliegenden, 30 aus FIG 2,3 ersichtlichen Lamellen-Ebenen L1-L8 geschichtet sind.

- [0010] Das komplette Rotorblechpaket mit den Magneten M1-M8 ist gegenüber der Rotorwelle RW des Rotors ausgerichtet und fixiert.

- 35 [0011] Je Lamellen-Ebene L1-L5 sind acht Lamellen-Segmente S1-S8 vorgesehen, von denen abwechselnd Lamellen-Segmente erster Art S2;S4;S6;S8 im wesentlichen der eigentlichen, durch eine Nutzflussführung der Magnete M1-M8 bestimmten Flächenkontur entsprechen und Lamellen-Segmente zweiter Art S1;S3;S5;S7 - in aus der DE 41 39 843 C1 grundsätzlich bekannter Art - zusätzlich von der Polzahnwurzel der Polzähne ausgehende und zur Rotorwelle RW führende Haltestege H1;H3;H5;H7 aufweisen; die Haltestege münden rotorenwelseitig in einen Nabengang NR, in den die Rotorwelle RW einsteckbar bzw. einpressbar ist. Die Lamellen-Segmente erster Art S2;S4;S6;S8 bzw. die Lamellen-Segmente zweiter Art S1;S3;S5;S7 wechseln - wie aus FIG 1 ersichtlich - in Umfangsrichtung je Lamellen-ebene und in axiale Schichtung eines Polzahnes - wie aus FIG 2,3 ersichtlich - einander ab, derart dass - in axiale Schichtrichtung gesehen - jeweils ein Polzahn erster Art S2;S4;S6;S8 sturmseitig an einen axial vorliegenden und/oder nachliegenden Polzahn zweiter Art S1;S3;S5;S7 mit Haltesteg-Fixierung zur Rotorwelle RW anbindbar ist und somit in einen fixierten Paketverbund auch ohne eigene Haltesteg-Fixierung einbindbar ist.

[0012] Durch die - beim gezeigten Ausführungsbeispiel - bei jedem zweiten Lamellen-Segment fehlende Haltesteg-Verbindung zur Rotorwelle wird die Möglichkeit eines unerwünschten nutzfeldmindernden Leckflusses stark behindert, ohne dass dazu die verbleibenden Haltestege in festigkeitsgefährdender und fertigungsbehindernder Weise übermäßig verschmäler werden müssen.

[0013] Die stimseitige Anbindung der Lamellen-Segmente erster Art S2;S4;S6;S8 ohne Haltesteg an die Lamellen-Segmente zweiter Art S1;S3;S5;S7 mit Haltesteg erfolgt nach einem besonders vorteilhaften Ausführungsbeispiel durch eine an sich bekannte Stanzpaketier-Verknüpfung; dazu dienen Paketier-Verknüpfungsanformungen K, die randseitig an Lochausstanzenungen LO angeformt sind; die Lochausstanzenungen LO können vorteilhaft als Paketierungshilfe zum Aufstecken der Lamellen-Segmente auf einen Fädelstift oder zum Paketverbund mittels durchgesteckter und axial endseitig festziehbarer Schrauben oder dergleichen dienen.

[0014] In besonders fertigungs- und montagetechnisch vorteilhafter Weise sind je Lamellenebene zumindest die Lamellen-Segmente zweiter Art mit den angeformten Haltestegen und gegebenenfalls dem Naberring sowie der Paketier-Verknüpfungsanformungen Teile eines einstückigen Stanzbiegeteils; zur weiteren Ver einfachung und gleichzeitigen Minimierung des Stanzabfalls sind die Lamellen-Segmente erster Art ohne Haltesteg im gleichen Arbeitsgang und zwischen den Lamellen-Segmenten zweiter Art liegend aus einem einstückigen Blech gestanzt bzw. geformt.

[0015] Als Schichtungshilfe und/oder zur Vereinfachung der Paketierungsfixierung der axial endseitigen Lamellen-Segmente erster Art S2;S4;S6;S8 bei Herstellung des kompletten Rotorblechpaketes sind - wie aus der stimseitigen Draufsicht auf das Rotorblechpaket gemäß FIG 4 und die axialen Schnittbilder gemäß FIG 5,6 ersichtlich - zumindest in jeder axial endseitigen Lamellen-Ebene auch die Lamellen-Segmente erster Art in Abweichung vom Grundlösungsgedanken vorliegender Erfindung jeweils über einen angeformten Haltesteg H2;H4;H6;H8 an die Rotorwelle angebunden.

[0016] Das Erfindungswesentliche in Form der vorteilhaften Ausbildung und Schichtung mit gegenseitiger Fixierung und Ausrichtung der Lamellen-Segmente erster Art und zweiter Art zur Rotorwelle ist in FIG 7 für eine Anordnung gemäß FIG 1-3 und in FIG 8 für eine Anordnung gemäß FIG 4-6 jeweils nochmals anhand einer geschichteten kompletten Rotorblechpaketes in perspektivischer Darstellung erläutert, wobei zur besseren Deutlichkeit die vom Rotorblechpaket aufzunehmenden Magnete weggelassen sind; in Wörtern lässt sich die Erfindung wie folgt zusammenfassen:

[0017] Bei einer bürstenlosen Synchronmaschine mit Erregung durch rotorseitige Magnete (M1-M8), die zwischen aus Lamellen-Segmenten (S1-S8) geschichteten, durch radiale Haltestege (H1-H8) gegenüber der Rotorwelle (RW) fixierbaren Polzähnen (P1-P8) spei-

chenartig verteilt sind, ist zur Minderung eines Leckflusses über die Haltestege bei gleichzeitig hoher mechanischer Festigkeit vorgesehen, nur jedes zweite Lamellen-Segment (S1;S3;S5;S7) über einen Haltesteg (H1; H3;H5;H7) an die Rotorwelle (RW) anzubinden und die übrigen Lamellen-Segmente (S2;S4;S6;S8) derart mit Versatz zu schichten, dass sie axial stimseitig an die Lamellen-Segmente mit Haltestegen, vorzugsweise durch eine Stanzpaketier-Verknüpfung, anbindbar sind.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine, insbesondere bürstenlose Synchronmaschine,

- mit einem, durch speichenartig um seine Rotorwelle (RW) verteilte Magnete (M1-M8), daueremagnieterregten Rotor;
- mit tangential zwischen den Magneten (M1-M8) angeordneten, aus axial geschichteten Lamellen-Segmenten (S1-S8) bestehenden Polzähnen (P1-P8);
- von denen ein Teil als Lamellen-Segmente erster Art (S2;S4;S6;S8) sich im wesentlichen nur jeweils über die Flächenkontur eines Polzahns erstreckt und
- von denen der andere Teil als Lamellen-Segmente zweiter Art (S1;S3;S5;S7) jeweils zusätzlich über einen an die radial innere Wurzel eines Polzahns anschließenden Haltesteg (H1; H3;H5;H7) an der Rotorwelle (RW) fixierbar ist;
- mit einem derartigen tangentialen Versatz der Lamellen-Segmente erster Art gegenüber den Lamellen-Segmenten zweiter Art, dass die Lamellen-Segmente erster Art über jeweils axial vor- bzw. hintergeschichtete Lamellen-Segmente zweiter Art im Sinne eines in sich formstabilen Rotorblechpaket-Verbandes relativ zu der Rotorwelle (RW) mitfixierbar sind.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1

- mit einer derartigen axialen Polzahn-Schichtung der Lamellen-Segmente, dass jeweils zur gegenseitigen Fixierungsanbindung ein Lamellen-Segment erster Art (S2;S4;S6;S8) in der einen Lamellen-Ebene axial fluchtend vor bzw. hinter einem Lamellen-Segment zweiter Art (S1;S3;S5;S7) der benachbarten Lamellen-Ebene angeordnet ist.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 und/oder 2

- mit einer jeweils axial stimseitigen Anbindung zwischen den Lamellen-Segmenten erster Art (S2;S4;S6;S8) und den Lamellen-Segmenten zweiter Art (S1;S3;S5;S7) durch eine Stanzpa-

Ketier-Verknüpfung.

4. Elektrische Maschine nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche

- mit einer in Umfangsrichtung je Lamellenebene abwechselnden Anordnung zwischen den Lamellen-Segmenten erster Art (S2;S4;S6;S8) einerseits und den Lamellen-Segmenten zweiter Art (S1;S3;S5/S7) andererseits.

5

10

5. Elektrische Maschine nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche

- mit einer Anformung von Haltestegen (H2;H4; H6;H8) auch an die Lamellen-Segmente erster Art (S2;S4;S6;S8) im Bereich einer oder weniger axial endseitiger Lamellen-Ebenen im Sinne einer Schichtungs- und/oder Paketierungs-hilfe für die übrigen Lamellen-Segmente ohne Haltesteg-Anbindung an die Rotorwelle (RW).

15

20

6. Elektrische Maschine nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche

25

- mit einer Zusammenfassung zumindest der Lamellen-Segmente zweiter Art (S1;S3;S5;S7) und derer Haltestege (H1;H3;H5;H7) sowie gegebenenfalls des Naberringes (NR) sowie gegebenenfalls von Paketier-Verknüpfungsanfor-mungen (V) jeweils einer Lamellenebene zu ei-nem einstückigen Stanzteil bzw. Stanzbiege-teil.

30

7. Elektrische Maschine nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche

35

- mit einer jeweiligen Fixierung der Haltestege (H1-H8) an der Rotorwelle (RW) über einen Na-berring (NR).

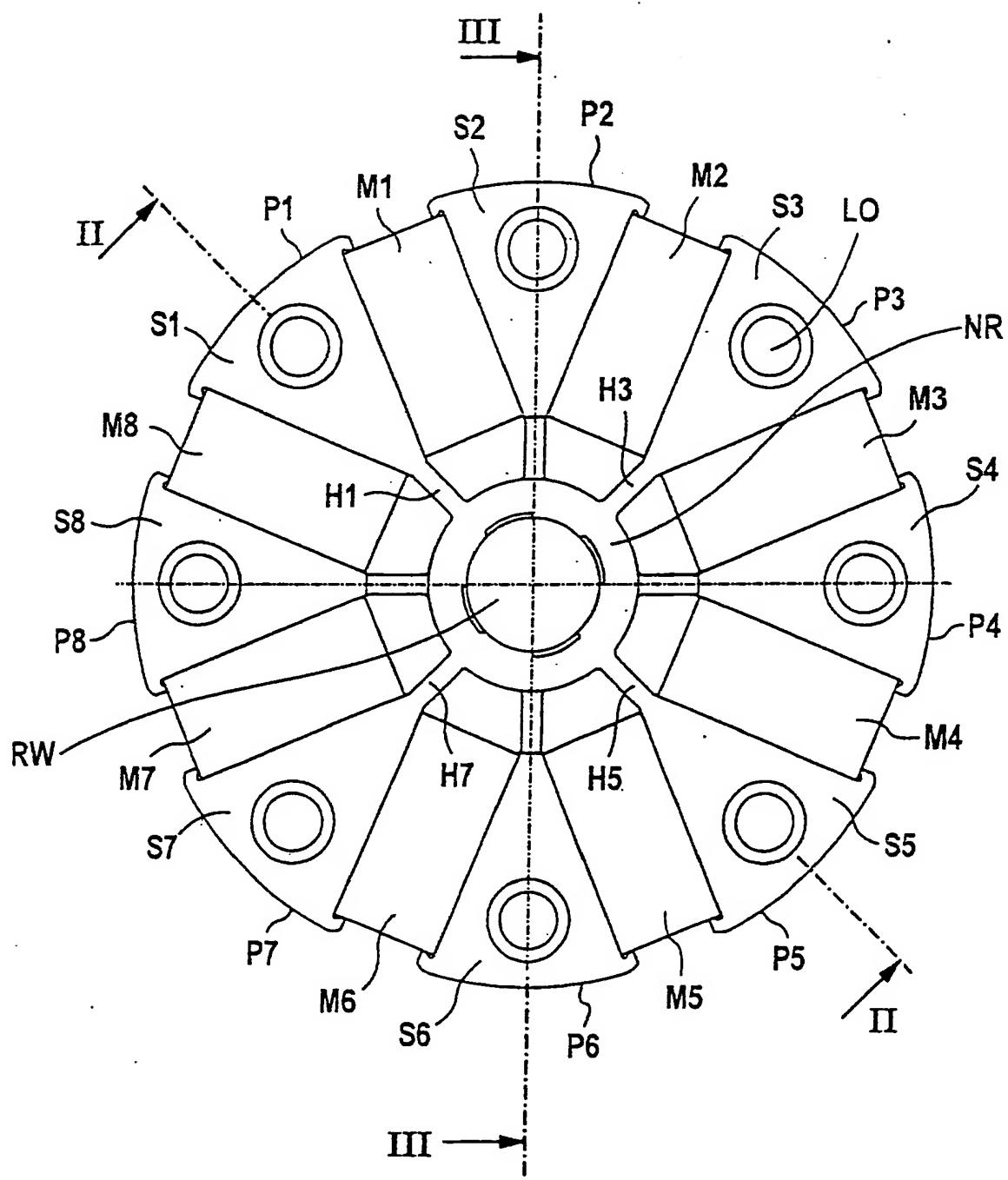
40

8. Elektrische Maschine nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche

- mit einer derartigen Polzahn-Schichtung der Lamellen-Segmente (S1-S8), dass sowohl in tangentialer Lamellenebene-Richtung als auch in axialer Polzahn-Richtung jeweils ein Lamel-len-Segment erster Art (S2;S4;S6;S8) mit ei-nem Lamellen-Segment zweiter Art (S1;S3;S5; S7) abwechselt.

45

50

**FIG 1**

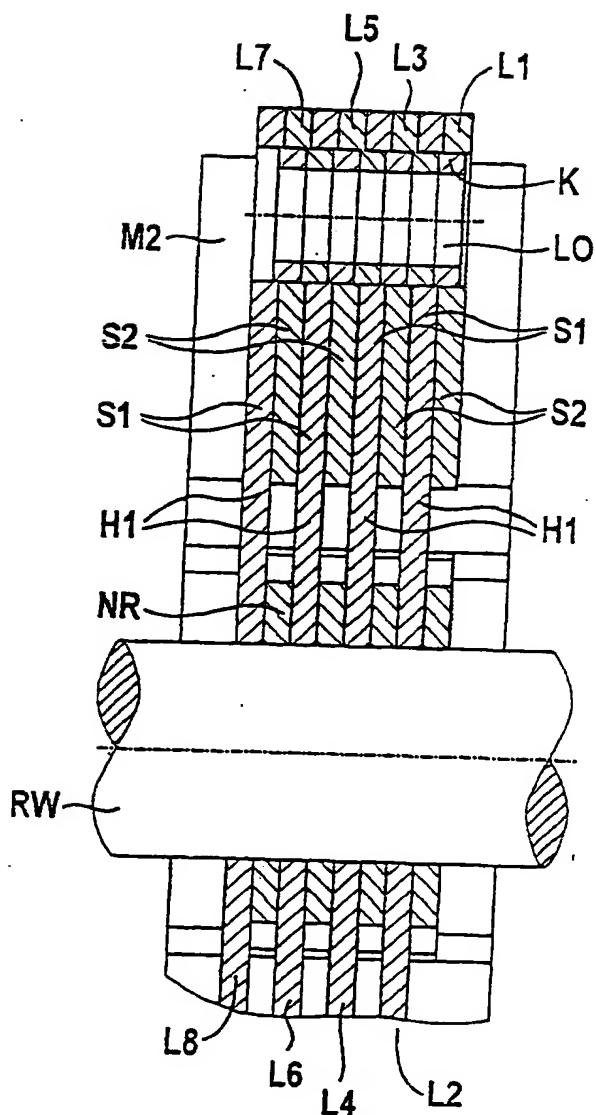
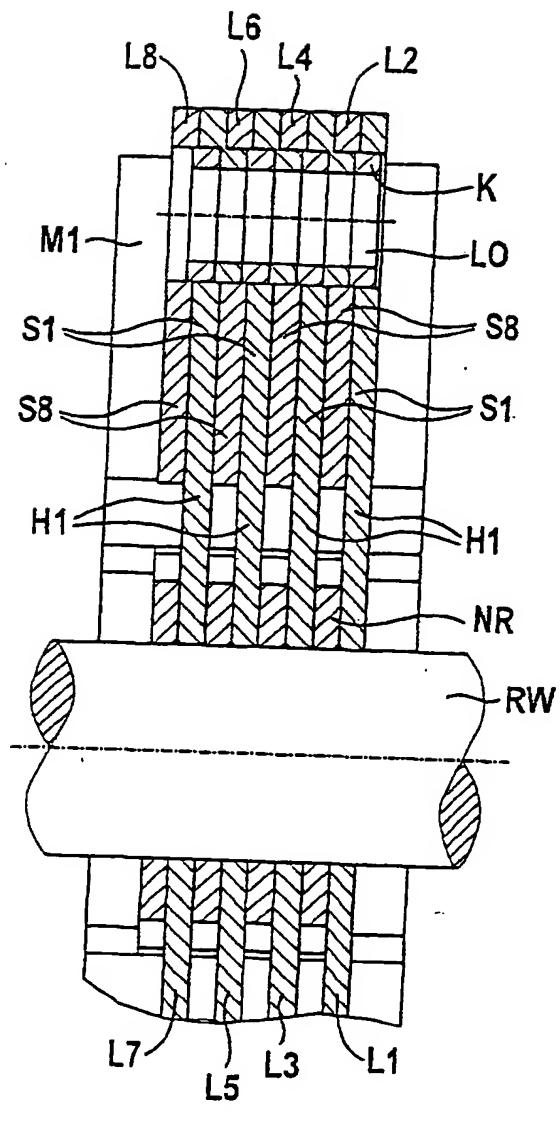


FIG 2

FIG 3

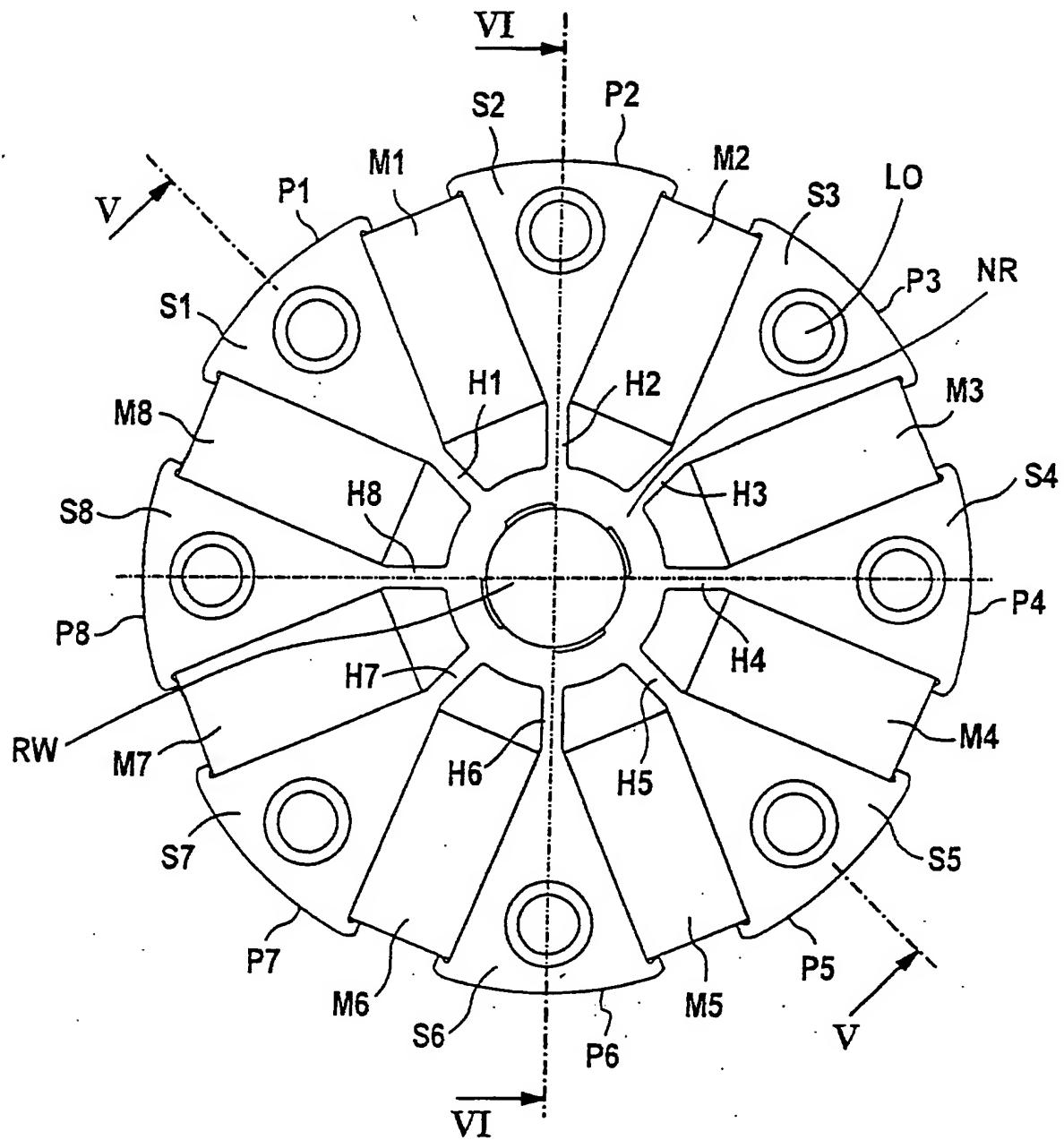


FIG 4

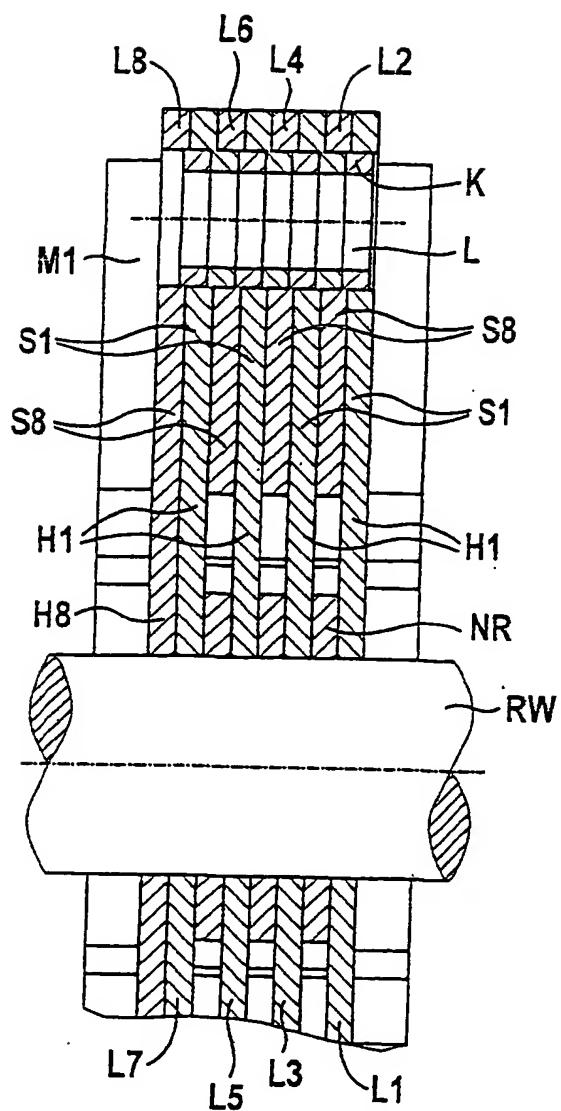


FIG 5

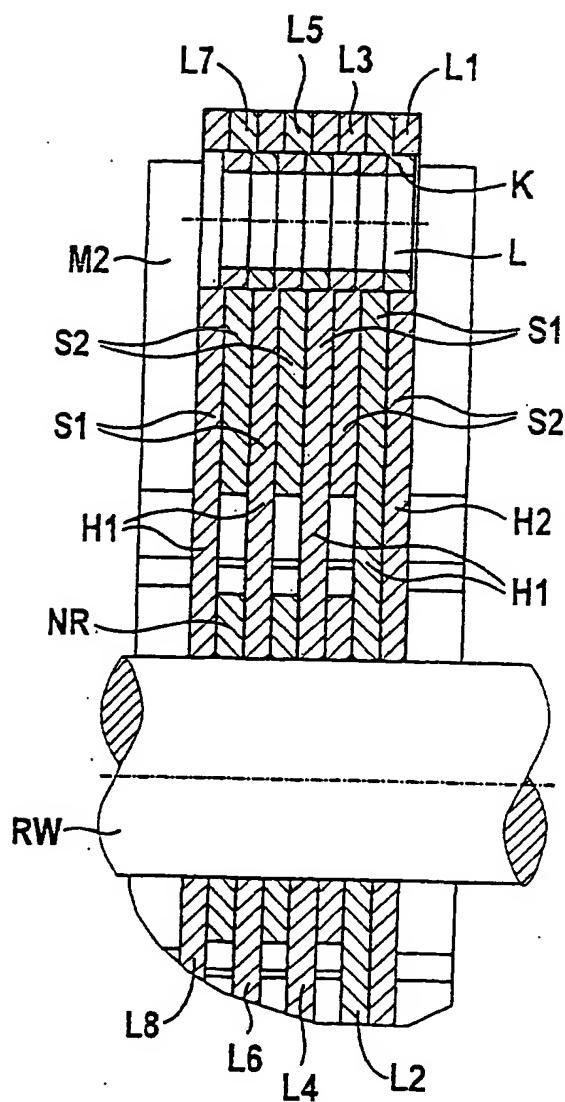


FIG 6

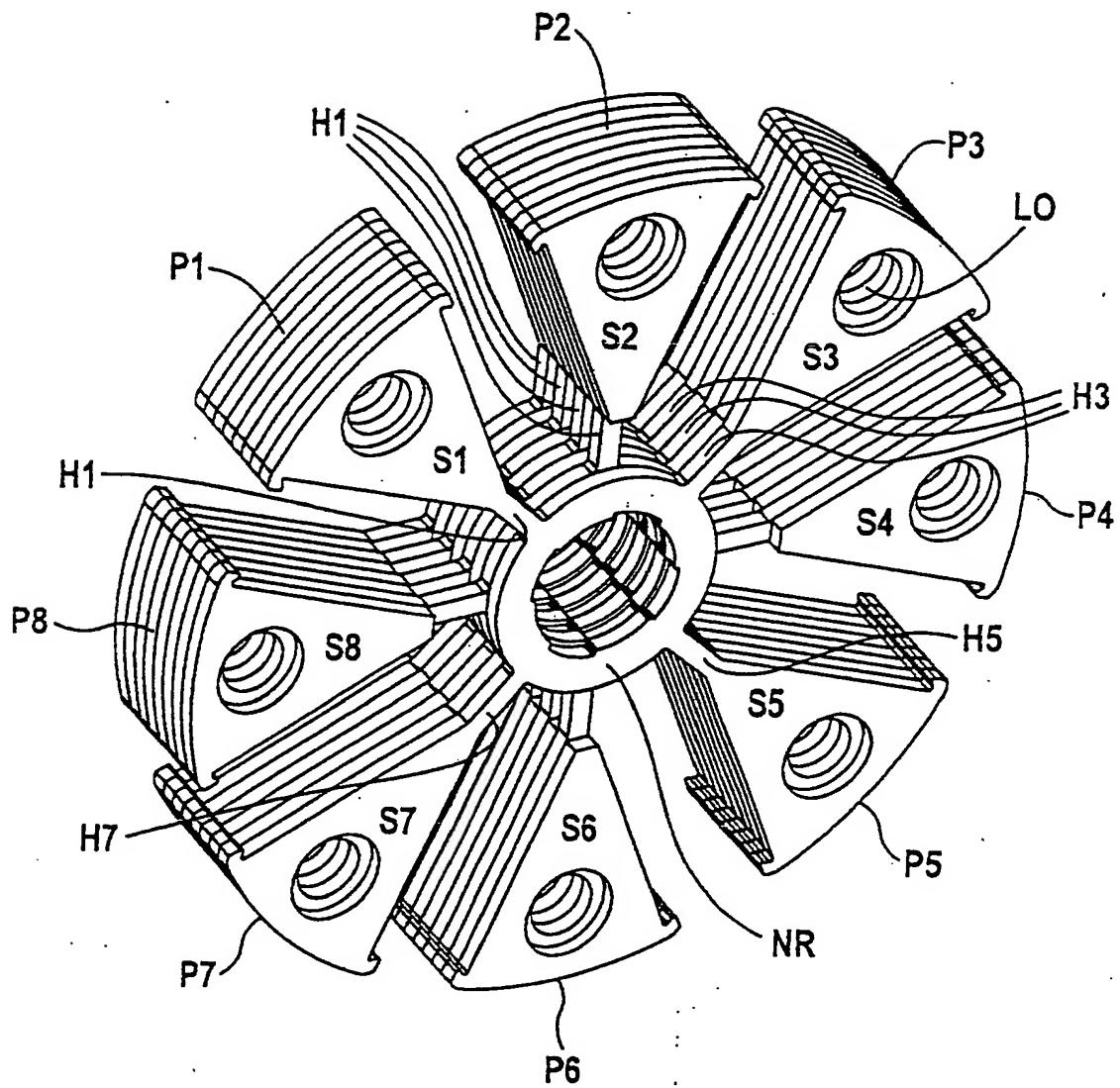


FIG 7

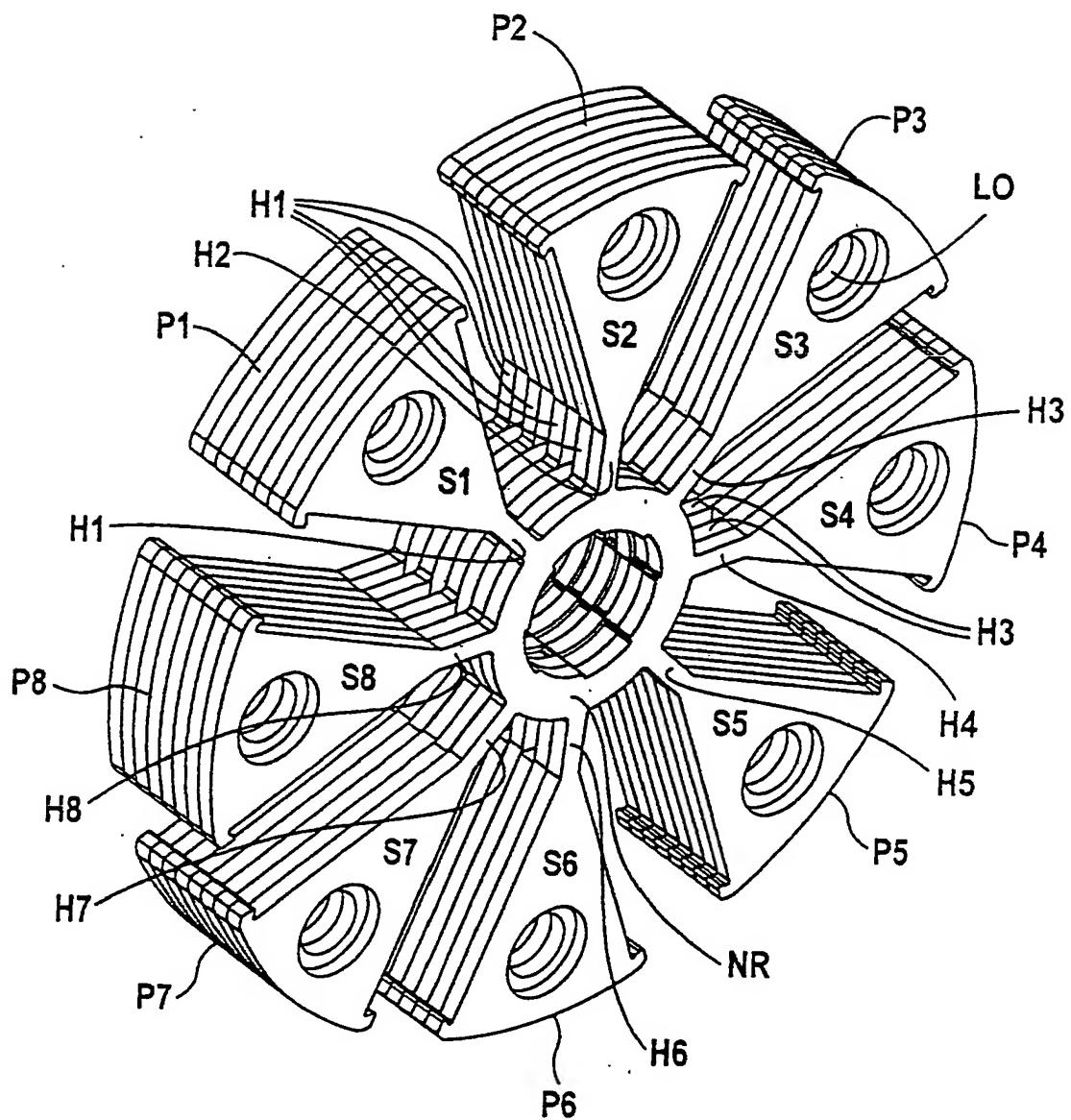


FIG 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 10 6732

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betragt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.)
X	EP 0 641 059 A (FANUC LTD) 1. März 1995 (1995-03-01) * Spalte 10, Zeile 51 - Zeile 55 * * Spalte 11, Zeile 36 - Spalte 12, Zeile 12 * * Abbildungen 14-16B, 23 *	1-4, 6, 7	H02K1/27
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.)
			H02K
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
BERLIN	18. Juni 2001	Foussier, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 10 0732

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-06-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0641059 A	01-03-1995	JP 6245451 A	02-09-1994
		DE 69409889 D	04-06-1998
		DE 69409889 T	10-12-1998
		KR 225193 B	15-10-1999
		US 5786650 A	28-07-1998
		WO 9418740 A	18-08-1994
		US 5886441 A	23-03-1999
		US 5889346 A	30-03-1999
		US 5939810 A	17-08-1999
		US 5829120 A	03-11-1998

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.